

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta Strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Chladicí zařízení pro léčbu koňských končetin

Arrangement for Hors-Foot's Hypothermia
Therapy

Student:

Bc. Ondřej Bajer

Vedoucí práce:

Ing. Zdeněk Noga, CSc.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ondřej Bajer**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství
Specializace: 20 Výrobní stroje a zařízení
Téma: **Chladicí zařízení pro léčbu koňských končetin**
Arrangement for Hors-Foot's Hypothermia Therapy

Zásady pro vypracování:

Pro potřebu veterinární medicíny navrhnete zařízení pro léčení zánětem postižených koňských končetin. Při zpracování návrhu zařízení vycházejte z českého patentového spisu 303 114.

Proved'te:

1. Technickou zprávu s popisem funkce navrženého zařízení a nezbytnými výpočty ve členění – upřesnění zadání, seznam požadavků, funkční struktura, morfologická matice, orgánová a hrubá stavební struktura.
2. 3D model konstrukčního návrhu zařízení.
3. Výrobní výkresovou dokumentaci zařízení.

Rozsah výtahu z rešerše z Diplomového projektu v textové části práce cca 5str., rozsah výkresové části min. 2A0.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory.
Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
ČSN ISO 690 Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura.
Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
HUBKA, V. Konstrukční nauka.
Zürich: Heurista, 1995. 105s. ISBN 80-90 1135-0-8.
Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce.
FS_SME_05_003 verze: G
LITERÁRNÍ REŠERŠE – zpracovaná v rámci Diplomového projektu.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Zdeněk Noga, CSc.**

Datum zadání: 13.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

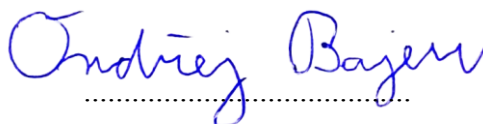


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 18. 5. 2015

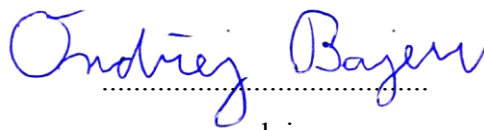
A handwritten signature in blue ink, reading "Ondřej Bajer", written over a horizontal dotted line.

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 18. 5. 2015


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

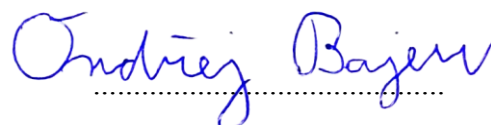
Bc. Ondřej Bajer

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Závišice 132, Kopřivnice 742 21

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování Ing. Zdeňku Nogovi, CSc. za cenné rady a trpělivost při vedení mé diplomové práce.



podpis

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

BAJER, ONDŘEJ. *Chladicí zařízení pro léčbu koňských končetin*, Ostrava, 2015. Diplomová práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava, 85 s. Vedoucí práce: Ing. Noga Zdeněk, CSc.

Diplomová práce se zabývá návrhem chladicího zařízení pro léčbu koňských končetin. Návrh hypotermického zařízení je zpracován pro chlazení oblasti zadních holenních kostí koní. V rešeršní části práce je nastíněn význam hypotermie, dosavadní způsoby jejího technického zabezpečení a také informace o fyziologických vlastnostech koňské končetiny. Pro určení výkonu zařízení bylo navrženo experimentální měřicí zařízení. Po upřesnění požadavků na zařízení je zpracována funkční struktura a morfologická matice, z níž byl vybrán koncept zařízení. Koncept zařízení je rozpracován do návrhu - čisté stavební struktury, která je přílohou diplomové práce. Pro simulaci mezních stavů zařízení bylo využito MKP.

Klíčová slova: chladicí zařízení, koňská končetina, šlacha, holenní kost

ANNOTATION OF DIPLOMA THESIS

BAJER, ONDŘEJ. *Arrangement for Hors-Foot's Hypothermia Therapy*, Ostrava, 2015. Diploma Thesis. VŠB - Technical University of Ostrava, 85 s. Thesis head: Ing. Noga Zdeněk, CSc.

The thesis describes a horse limbs treatment cooling device. The hypothermic device is designed for cooling of hindlimb tibia area. In the research part of the thesis there are introduced effects of hypothermia and current ways of its technical implementation and physiology of horse limbs. Necessary cooling output of the device has been determined using an experimental measuring device. After requirements were specified, functional structure and morfological matrix was developed from which was selected a draft of the device. Finite element method was used to simulate limit states.

Keywords: cooling device, horse limb, tendon, tibia

OBSAH

OBSAH	8
SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK.....	11
ÚVOD.....	14
1 LITERÁRNÍ REŠERŠE	15
1.1 Hypotermie u koní	15
1.2 Mechanické a funkční vlastnosti šlachových struktur koně	15
1.3 Léčba chladem	16
1.3.1 Použití léčby chladem.....	17
1.4 Současný stav techniky	17
1.4.1 Chladivá bandáž.....	18
1.4.2 Chladicí a masážní boty (COOL+PRESS® BOOTS).....	18
2 STANOVENÍ TEPELNÉHO VÝKONU KOŇSKÉ KONČETINY.....	CHYBA!
ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.	
2.1 Měřicí zařízení pro určení tepelného zatížení koňské končetiny	Chyba! Záložka není definována.
2.2 Stanovení chladicího výkonu	Chyba! Záložka není definována.
2.3 Výsledky experimentu:.....	Chyba! Záložka není definována.
3 POŽADAVKOVÝ LIST	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
3.1 Konzultace s veterinářem.....	Chyba! Záložka není definována.
3.2 Upřesnění zadání	Chyba! Záložka není definována.
3.3 Specifikace požadavků (Požadavkový list)	Chyba! Záložka není definována.
3.4 Výběrová kritéria	Chyba! Záložka není definována.

4	FUNKČNÍ STRUKTURA.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
4.1	Morfologická matice	Chyba! Záložka není definována.
5	ORGÁNOVÁ STRUTURA.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
5.1	Varianta 1.....	Chyba! Záložka není definována.
5.2	Varianta 2.....	Chyba! Záložka není definována.
5.3	Hodnocení výběrových kritérií	Chyba! Záložka není definována.
5.4	Výběr vhodnější varianty.....	Chyba! Záložka není definována.
6	HRUBÁ STAVEBNÍ STRUKTURA	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
6.1	Volba Peltierova článku a chladiče	Chyba! Záložka není definována.
6.2	Volba materiálu chladicího prvku	Chyba! Záložka není definována.
6.3	Návrh uspořádání chladicího obvodu	Chyba! Záložka není definována.
6.4	Výpočet tepelné bilance	Chyba! Záložka není definována.
6.5	Volba rekuperátoru	Chyba! Záložka není definována.
6.6	Stanovení mezní teploty prostředí	Chyba! Záložka není definována.
7	STAVEBNÍ STRUKTURA.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
7.1	Požadavky na elektrické řízení a ovládání	Chyba! Záložka není definována.
7.2	Požadavky na kontaktní vrstvu.....	Chyba! Záložka není definována.
7.3	Konstrukční uspořádání chladicího prvku	Chyba! Záložka není definována.
7.4	Návrh vazby kontaktní a chladicí prvek	Chyba! Záložka není definována.
7.5	Návrh chladiče	Chyba! Záložka není definována.
7.6	Upevnění chladičů.....	Chyba! Záložka není definována.
7.7	Pružný spojovací prvek.....	Chyba! Záložka není definována.
7.8	Izolační materiál.....	Chyba! Záložka není definována.

7.9	Návrh chladicího obvodu.....	Chyba! Záložka není definována.
7.9.1	Třecí tlakové ztráty:.....	Chyba! Záložka není definována.
7.9.2	Místní tlakové ztráty:.....	Chyba! Záložka není definována.
7.10	Volba čerpadla a nádrže	Chyba! Záložka není definována.
7.11	Volba zdroje	Chyba! Záložka není definována.
7.12	Požadavky na textilní části.....	Chyba! Záložka není definována.
7.13	Kompletní chladicí část zařízení	Chyba! Záložka není definována.
7.14	Zdrojová část zařízení	Chyba! Záložka není definována.
7.15	Technická specifikace zařízení.....	Chyba! Záložka není definována.
8	ZÁVĚR.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
9	SEZNAM LITERATURY:	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
10	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
11	SEZNAM TABULEK	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
12	SEZNAM PŘÍLOH	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK

Gz - Graetzovo kritérium	$[-]$
H – Výtlačná výška čerpadla	$[m]$
I – Elektrický proud	$[A]$
K_v - Bezpečnost	$[-]$
L - Délka kanálku	$[m]$
L_{led} - Skupenské teplo tání ledu	$\left[\frac{J}{Kg}\right]$
Nu - Nusseltovo kritérium	$[-]$
O - Obvod kanálku	$[m]$
P_0 - Výkon na chlazené ploše	$[W]$
P_{Pl} - Výkon Peltierova článku	$[W]$
$P_{Tkáň}$ -Výkon z tkáně	$[W]$
P_{H_2O} - Výkon odvedený vodou	$[W]$
P_R - Celkový odvod tepla	$[W]$
P_{ZD} -Celkový výkon zdroje	$[W]$
Pr - Prandtlovo kritérium	$[-]$
Q - Teplo	$[J]$
Q_v - Objemový průtok ventilátoru	$\left[\frac{m^3}{hod}\right]$
Re - Reynoldsovo kritérium	$[-]$
R_{TH} - Tepelný odpor chladiče	$\left[\frac{^{\circ}C}{W}\right]$
S - Teplosměnná plocha	$[m^2]$
S_{ch} - Teplosměnná plocha zvolená	$[m^2]$
S_k - Chlazená plocha na těle koně	$[m^2]$
S_h - Obsah hadice	$[m^2]$
S_k - Průřez jednoho kanálku	$[m^2]$

S_{ks} - Průřez kanálů celkový	$[m^2]$
S_c - Celková chlazená plocha	$[m^2]$
S_s - Plocha pokusného sáčku	$[m^2]$
U – Elektrické napětí	$[V]$
V_{H_2O} – Objemový průtok vody	$\left[\frac{m^3}{s}\right]$
V_{skut} - Skutečný objemový průtok	$\left[\frac{m^3}{s}\right]$
V_R - Objemový průtok rekuperátorem	$\left[\frac{l}{min}\right]$
V_v - Objem kontaktního prvku	$[m^3]$
a - Teplotní vodivost	$[m^2 s^{-1}]$
$c_{p_{H_2O}}$ - Měrná tepelná kapacita vody	$\left[\frac{J}{Kg * K}\right]$
d_{eqv} - Ekvivalentní průměr	$[m]$
d_h - Vnitřní průměr hadice	$[m]$
g - Gravitační zrychlení	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$
l_p - Délka hadice	$[m]$
m - Množství ledu	$[Kg]$
m_{H_2O} - Hmotnost vody	$[Kg]$
m_v - Hmotnost kontaktního prvku	$[Kg]$
t_0 - Počáteční teplota ledu	$[^{\circ}C]$
t_1 - Teplota při vstupu	$[^{\circ}C]$
t_2 - Teplota při výstupu	$[^{\circ}C]$
t_s - Teplota ve stáji	$[^{\circ}C]$
v_k - Rychlost proudění v kanálu	$\left[\frac{m}{s}\right]$

v_v - Rychlost vody v potrubí	$\left[\frac{m}{s}\right]$
Φ - Tepelný tok	$[W]$
α - Koeficient přestupu tepla	$\left[\frac{W}{m^2 \times K}\right]$
α_v - Koeficient přestupu tepla vypočtený	$\left[\frac{W}{m^2 \times k}\right]$
Δt – Změna teploty	$[^{\circ}C]$
Δp - Tlaková ztráta	$[Pa]$
Δp_{k1} - Místní tlaková ztráta	$[Pa]$
ΔP_c – Celková tlaková ztráta	$[Pa]$
η - Dynamická viskozita vody	$[Pa \times s]$
λ - Tepelná vodivost	$\left[\frac{W}{m \times K}\right]$
λ_v - Tepelná vodivost vody	$\left[\frac{W}{m \times K}\right]$
γ_{50} - Kinematická viskozita vody při 50 °C	$\left[\frac{m^2}{s}\right]$
π -Číslo Pí	$[-]$
ρ_{H_2O} – Hustota vody	$\left[\frac{m^3}{kg}\right]$
ρ_v – Hustota kontaktního prvku	$\left[\frac{m^3}{kg}\right]$
τ - Čas	$[s]$
ξ_k - Součinitel místního odporu	$[-]$
\varnothing - Hustota tepelného toku	$\left[\frac{W}{m^{-2}}\right]$
\varnothing_v - Hustota tepelného toku zvolená	$\left[\frac{W}{m^{-2}}\right]$

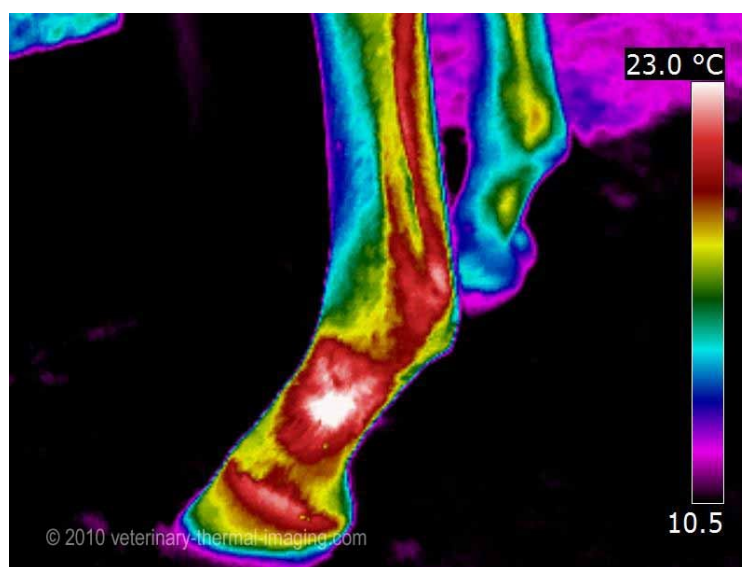
ÚVOD

Diplomová práce se zabývá technickým rozpracováním patentu [1] - konstrukčním návrhem chladicího zařízení pro aplikaci hypotermie na zvířecí tkáň. Volba tématu byla podmíněna mou láskou ke koním, o které se starám ve svých volných chvílích. Problematiku aplikace hypotermie jsem již také rozpracovával v rámci své Bakalářské práce. Téma je aktuální hlavně z důvodu dnes používaných klasických metod, které mohou být překonány návrhem zařízení s využitím nových technických prostředků. Cílem mé práce je analyzovat problém, upřesnit zadání, stanovit funkční strukturu, navrhnout více možných variant řešení, ty posoudit a následně vybrat nejvhodnější, a tu zpracovat do úplné stavební struktury s vytvořením výkresové dokumentace. Nejdůležitějším faktorem je dodržení požadavků zjištěných z konzultací s veterináři. Podlé mého názoru je toto téma značně zajímavé a výsledný produkt může mít aplikační možnosti. Mám zájem pokračovat v práci na vývoji prototypu chladicího zařízení v rámci doktorského studia. V práci byla důsledně uplatněna metodika dle [2].

1 LITERÁRNÍ REŠERŠE

1.1 Hypotermie u koní

Podchlazení neboli hypotermie je stav, kdy teplota organismu poklesne pod úroveň potřebnou pro fungování běžného metabolismu. U teplokrevných zvířat včetně koní, se za normálních podmínek teplota udržuje na úrovni 38,5 - 39,3°C u hříbat, 37,5 - 38,5°C u mladých koní do 5 let a 37 - 38°C u koní nad 5 let. Je samozřejmé, že teplota koňských nohou je nižší než uvedené hodnoty a je závislá na teplotě okolí a fyzické námaze, které je nebo byl kůň vystaven ve zkoumaný čas. Hypotermie nastává, pokud vnitřní mechanismy těla nedokáží kompenzovat ochlazování vnějším prostředím. [3,4]



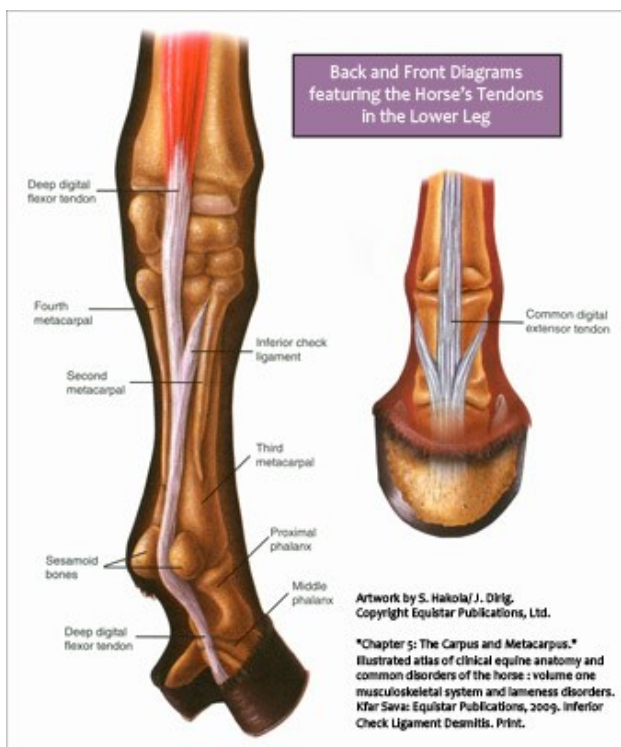
Obrázek 1 Termální obraz koňské nohy [5]

1.2 Mechanické a funkční vlastnosti šlachových struktur koně

Šlachy a vazy mají několik důležitých funkcí: [6]

- působí jako přenašeče síly pro zajištění dynamických změn na kloubech,
- ovlivňují pasivní funkci kloubů (zvláštní funkci sehrávají jako závěsný aparát spěnkového kloubu),
- jako elastické struktury jsou schopny absorbovat energii dopadu a uvolňovat ji při odrazu,
- snižují spotřebu svalové energie potřebné pro zajištění pohybu ve vysokých rychlostech.

Při zátěži dochází ve cvalu k protažení šlachy povrchového ohýbače prstu až o 16 %, z čehož vyplývá, že šlacha pracuje na hranici své mechanické pevnosti. Meze tolerance šlachy k přetížení jsou téměř nulové. Při práci je šlacha zatěžována cyklicky s frekvencí odpovídající počtu kroků nebo cvalových skoků za časovou jednotku. Záleží však také na členitosti povrchu, po kterém se kůň pohybuje. Význam cykličnosti pro vznik únavy je nejčastěji spojován s produkcí zbytkového tepla ve šlaše při opakovaných extenzích a flexích. [6]



Obrázek 2 Struktura šlach koně [7]

1.3 Léčba chladem

Léčba chladem je výbornou metodou, jak zmenšit otok a zmírnit bolest. Mnozí majitelé koní, jejichž koně měli problémy s končetinami, ji aplikovali se skvělými výsledky například tak, že koně postavili do hlubokého sněhu. Skloubili tak efekt svalové aktivity a chladu a výsledek se dostavil - otok končetin se zmenšil. Tyto znalosti a zkušenosti už dnes jaksi chybí, snad ustoupily celé škále protizánětlivých a bolest potlačujících léků, avšak přikládání ledu nebo sněhu stále zůstává tou nejlevnější a velice spolehlivou metodou, jak rychle vyléčit akutní zánět a zabránit dalším problémům. [8]

Led nebo sníh se často nahrazuje studenou vodou. Ta však ochladí pouze kůži, protože se rychle zahřívá, a její teplotu nelze nijak kontrolovat a dostatečně rychle a spolehlivě regulovat. Tak se stane, že pokud jsou postiženy hlouběji uložené tkáně (svaly, šlachy, klouby), je jejich ochlazení nedostatečné. Spolehlivých výsledků dosáhneme pouze použitím pytlíků s ledem, bandáží naplněnou ledovou tříští nebo různých komerčně vyráběných obkladů či bandáží. [8]

Chlad má přímý vliv na rychlost vedení vzruchu v senzitivních nervech, které přivádějí bolestivé podněty do mozku. Bylo zjištěno, že 20-ti minutové působení ledu zpomalí toto vedení vzruchu natolik, že dojde k úplnému znecitlivění. [8]

1.3.1 Použití léčby chladem

Během tréninku, ale i při odpočinku ve výběhu si mohou koně navodit akutní trauma (to znamená například poranění, kopnutí, vyvrtnutí kloubku apod., ke kterému došlo nanejvýš před 48 hodinami). Pokud ihned začneme postižené místo chladit ledem a stáhneme pevným obvazem, omezíme nebo zmenšíme příznaky zánětu, který by se tam jinak vyvinul. Existují čtyři druhy poranění, které velice dobře reagují na léčbu chladem: šinbajny, splinty, hematomy a akutní záněty šlach. [8]

Pokud dojde k poranění šlachy, je třeba ihned přikládat led, aby se uvnitř nezačal tvořit hematom. Dnes se již vyrábí spousta komerčních zábalů na šlachy s ledem, které lze úspěšně použít. Jejich výhoda je v tom, že jsou tvarovány přesně podle končetiny a zároveň rovnoměrně ochlazují celý její povrch. Každou poraněnou šlachu by měl veterinář vyšetřit, aby určil její léčbu. [8]

1.4 Současný stav techniky

V současné době jsou ke chlazení šlach v naprosté většině používány dopředu zmražené sáčky. Od balení zmrzlého hrášku po speciální gelové obklady vyráběny přímo pro tento účel. Další možností je tekoucí voda buď přímo litá na nohu, nebo procházející na noze upevněnou dlahou. Používány bývají i různě chladící masti a gely. Je však zřejmé, že pokrok v této oblasti stagnuje a využívají se metody staré stovky let. Uvádím zde zařízení běžně dostupné na trhu, které mě zaujaly jak z konstrukčního, tak funkčního hlediska.

1.4.1 Chladivá bandáž

Chladivá bandáž je efektivním způsobem chlazení nohy koně. Bandáž udržuje teplotu asi 30 minut. Má suchý zip pro snadnou aplikaci. Cena se pohybuje okolo 650 Kč. Velkou nevýhodou je nutnost skladovat bandáž v mrazicím boxu. [9]



Obrázek 3 Ukázka chladivé bandáže [10]

1.4.2 Chladící a masážní boty (COOL+PRESS® BOOTS)

Chladící návleky pracující na principu předem nachlazených gelových sáčků s přidáním vzduchovým masážním mechanismem. [13]



Obrázek 4 Cool+Press Boots [14]

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

